



TITLE:

## 2. 周期的アンダーソンモデルにおけるHeavy Fermion state(基研短期研究会「重い電子系の理論」報告,研究会報告)

AUTHOR(S):

小山, 富男; 立木, 昌

---

CITATION:

小山, 富男 ...[et al]. 2. 周期的アンダーソンモデルにおけるHeavy Fermion state(基研短期研究会「重い電子系の理論」報告,研究会報告). 物性研究 1986, 47(2): 130-131

ISSUE DATE:

1986-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/92347>

RIGHT:

## 2. 周期的アンダーソンモデルにおける Heavy Fermion state

東北大・金研 小山富男, 立木 昌

重い電子系に対するモデルとして, 周期的アンダーソンモデルが注目され, さかんに研究されてきている。重い電子系では, 裸の  $f$  準位はフェルミ面からかなり深くもぐっているため,  $f$  電子の自己エネルギーへの寄与としては,  $f$  電子のスピンのゆらぎが重要であると考えられる。そこで我々は,  $f$  電子の自己エネルギーを, スピンのゆらぎを one-loop でとり入れる近似で求める定式化を行った<sup>(1)</sup>。

$f$  電子のグリーン関数は次のように書ける。

$$g_{\sigma}(p) = 1 / [p_0 - E_0 - V^2 / (p_0 - \varepsilon_p) - \Sigma_{\sigma}(p)] \quad (1)$$

ここで,  $E_0$  は化学ポテンシャル  $\mu$  から測った  $f$  準位,  $V$  は混成パラメータ,  $\varepsilon_p = p^2/2m - \mu$  で伝導電子のバンドエネルギーである。 $f$  電子の自己エネルギー  $\Sigma_{\sigma}(p)$  に対する方程式は, one-loop 近似で

$$\Sigma_{\sigma}(p) = U n_{-\sigma}^f + \lambda_r^2 \left[ \frac{i}{(2\pi)^4} \right] \int d^4 q \Delta(q) g_{-\sigma}(p \mp q) \quad (2)$$

となる。ただし,  $U$  は  $f$  電子間の相関エネルギー,  $\lambda_r$  はくりこまれた結合定数,  $\Delta(q)$  はスピンのゆらぎに対するグリーン関数である。また, 右辺第1項は, ハートレー項に対応する。スピンのゆらぎ  $\Delta(q)$  に対する方程式は, スピンの回転対称性から得られる Ward-高橋恒等式を満たすように近似すると次のように求まる。

$$\begin{aligned} q_0 \Delta(q) = & -V^2 \frac{i}{(2\pi)^4} \int_c d^4 p \frac{-q_0 + \varepsilon_{p+q} - \varepsilon_p}{(p_0 + q_0 - \varepsilon_{p+q})(p_0 - \varepsilon_p)} g_{\uparrow}(p) g_{\downarrow}(p+q) \\ & - 2q_0 \frac{i}{(2\pi)^4} \int_c d^4 p g_{\uparrow}(p) \left[ \frac{\partial \Sigma_{\uparrow}(p)}{\partial h_s} \right]_{h=0} g_{\downarrow}(p+q) \\ & - \vec{q} \cdot \frac{i}{(2\pi)^4} \int_c d^4 p g_{\uparrow}(p) \left[ \frac{\partial \Sigma_{\uparrow}(p)}{\partial \vec{p}} \right]_{h=0} g_{\downarrow}(p+q) \end{aligned} \quad (3)$$

方程式(2)および(3)を連立して解くことによってグリーン関数(1)を求めることができる。有限温度への拡張は、Thermofield Dynamics<sup>(2)</sup>を用いて行うことができる<sup>(3)</sup>。我々は連立方程式(2), (3)を iteration による最低次の近似で解き, f 電子のスペクトル関数と状態密度をフェルミ準位近傍で求めた。得られた結果は次のようにまとめられる。

くりこまれた f 準位が, フェルミ準位に近い時, 低温できわめて重い有効質量を持つ準粒子状態がフェルミ面近傍の狭い領域に出現する。又, その外側に準粒子的描像の成り立たない resonance レベルも存在する。状態密度曲線には, この準粒子状態は, フェルミ準位を中心にする鋭いピークとして現われる。重い電子状態, あるいはコヒーレント状態と呼ばれる重い電子系の低温の状態は, したがって, このような重い準粒子状態の存在によって特徴づけられる。この重い準粒子の作るバンドはきわめて狭いため, 温度の上昇とともに準粒子状態は, 熱的ゆらぎによって急激に不安定化する。したがって, この準粒子のバンド幅程度の温度では, 準粒子状態は存在できず, resonance レベルに変わる。フェルミ準位近傍の状態密度曲線には, この温度では, resonance レベルの幅の広いピークのみ残ることになり, single impurity の Kondo resonance 状態と類似した状態に移りかわる。このような変化が, 重い電子系で観測されるクロスオーバーであると考えられる。

- (1) T. Koyama and M. Tachiki, to be published in Phys. Rev. B.
- (2) H. Umezawa, H. Matsumoto and M. Tachiki, Thermo Field Dynamics and Condensed States (North-Holland, Amsterdam, 1982).
- (3) T. Koyama and M. Tachiki, preprint.

### 3. 周期的アンダーソン模型の重い電子状態

新潟大・理 久保晴彦, 加賀裕之

#### 1. はじめに

我々の目的は  $\text{CeCu}_2\text{Si}_2$ ,  $\text{CeAl}_3$ ,  $\text{CeCu}_6$ ,  $\text{UBe}_{13}$ ,  $\text{UPt}_3$  等の化合物で低温で現われる重い電子状態<sup>1,2)</sup>を記述する理論を作ることである。モデルは周期的アンダーソン模型を用い, 運動方程式の切断の方法<sup>3)</sup>で f 電子のグリーン関数を求める。状態密度の数値計算の結果をもとに, コヒーレント近藤状態とインコヒーレント近藤状態の間のクロスオーバー転移を